

MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

Patent Number: JP10098041
Publication date: 1998-04-14
Inventor(s): AKAMATSU KAZUO
Applicant(s):: DENSO CORP
Requested Patent: JP10098041
Application Number: JP19960252724 19960925
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L21/3205 ; H01L21/28
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve reproducibility in the reflow process of an aluminum film layer deposited by sputtering, when multilayer interconnections are formed.

SOLUTION: An external hydrogen cylinder 20 is connected to a reflow chamber 16 of a multi-chamber type process apparatus for performing a sequential sputtering process to introduce hydrogen gas during a reflow process. A wafer stage 18 heats a silicon wafer 1 by introducing of argon gas. When an aluminum alloy film is formed on the surface of the silicon wafer 1 by sputtering, a natural oxide film is formed, however due to the introduction of hydrogen gas at the reflow process, a reducing reaction occurs to remove the natural oxide film, thereby the reflow process can be performed with good reproducibility.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

特許 46012
外国特許

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-98041

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月14日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 L 21/3205
21/28

3 0 1

H 0 1 L 21/88
21/28

N
3 0 1 L

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平8-252724

(22) 出願日

平成8年(1996) 9月25日

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 赤松 和夫

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電

装株式会社内

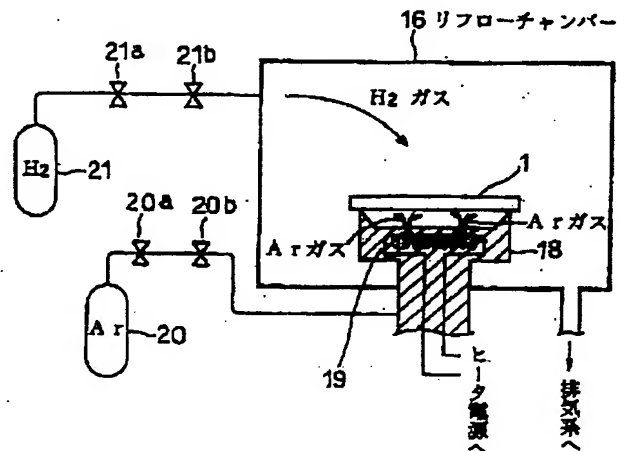
(74) 代理人 弁理士 佐藤 強

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 多層配線を行う場合に、スパッタリングで成膜したアルミニウム膜層をリフロー処理する際の再現性を良好にする。

【解決手段】 一連のスパッタ処理を行うマルチチャンバー式の処理装置のうちのリフローチャンバー16に外部から水素ポンプ20を連結してリフロー処理中に水素ガスを導入する。ウエハステージ18はヒータ19により加熱したアルゴンガスを導入してシリコン基板1を加熱する。シリコン基板1の表面にスパッタでアルミニウム合金膜を形成したときに自然酸化膜が発生するが、このリフロー処理で水素ガスが導入されることで還元反応がおこり、自然酸化膜が除去されるので、再現性良くリフロー処理を行うことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板上に導体膜を形成する膜形成工程と、この半導体基板上の導体膜を真空中でリフロー処理するリフロー工程とを含んでなる半導体装置の製造方法において、

前記リフロー工程は、微量の水素ガスを含んだ真空中で加熱処理を行うことにより、前記導体膜表面に発生した自然酸化膜を還元反応を起こして除去しながらリフロー処理を行うことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 前記導体膜は、アルミニウム膜あるいはアルミニウム合金膜であることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】 前記水素ガスは、高周波あるいはマイクロ波などの励起エネルギーで励起することにより中性で活性なラジカル状態として供給されることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】 前記リフロー工程は、熱処理の温度が400℃～500℃の範囲に設定され数分間実施されることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体基板上に導体膜を形成すると共にこの導体膜をリフロー処理するようにした半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【発明が解決しようとする課題】半導体集積回路のプロセス技術の一つとして、コンタクトホールを形成した後、電極金属としてのアルミニウム膜を形成する際に、そのコンタクトホール部分でのアルミニウム配線の断線を防止するためにリフローズバック処理を行うことがある。

【0003】このリフローズバック処理では、半導体ウエハ上にアルミニウム膜をスパッタリングにより形成した後に、コンタクトホール部分のアルミニウムの空洞部分を高温で熱処理を行うリフロー処理を行うことで埋めるようにしたものである。

【0004】ところで、このようなリフローズバック処理でのアルミニウム埋込技術の生産ベースでの重要課題は、再現性良くばらつきも少なくアルミニウム埋込を行うことである。この場合に、1か所でも埋込が不完全な部分が生ずると信頼性の保証ができなくなるため、歩留に大きく影響を与えることになる。

【0005】そこで、再現性良くアルミニウム埋込を行うためには、リフロー温度、下地材料に対するアルミニウムの濡れ性の問題や、形成したアルミニウム膜の表面に自然酸化膜が形成される問題などを解決する必要がある。

【0006】この場合、アルミニウム膜の表面に自然酸化膜が形成されると、リフロー時の安定な処理が難しく

なる。つまり、リフロー処理では、真空・高温処理中でアルミニウムの表面エネルギーを小さくするようにアルミニウム形状を変化させる。アルミニウム膜の表面の酸化膜の問題は、埋め込むホールのアスペクト比が大きくなると顕著になり、酸化膜の影響で再現性が低下するので安定した処理を実施できなくなるからである。

【0007】本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、その目的は、例えばスパッタリングにより形成したアルミニウム膜層をリフロー処理により平坦化する際に、再現性を良好にすることができるようにした半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明によれば、膜形成工程を経て半導体基板上に導体膜を形成すると、これに続くリフロー工程において、水素ガス雰囲気中でリフロー処理を実施することにより、導体膜の表面に自然に形成される自然酸化膜を水素による還元反応で分解して除去することができるので、半導体基板表面にダメージを与えることがなく、しかも別途に装置を必要とせずリフロー処理と同時に進めて生産性の低下を招くこともなくなり、安定に生産することができるようになる。

【0009】請求項2の発明によれば、導体膜としてアルミニウム膜あるいはアルミニウム合金膜を用いているので、上記のようなリフロー工程により平坦化することが有効となる。

【0010】請求項3の発明によれば、水素ガスをラジカル状態で供給するので、還元反応を促進することができ、アルミニウム膜の表面に形成された自然酸化膜を有効に除去することができるようになる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1の実施例について、図1ないし図8を参照しながら説明する。なお、以下の説明では、本発明に係る要旨の部分の製造工程について説明し、他の部分の製造工程については省略する。図3ないし図8は半導体基板としてのシリコン基板1の主表面に形成した拡散層に対して、アルミニウム膜により多層配線を行う場合の工程を示している。なお、シリコン基板1は、この多層配線工程に至る前に、種々の拡散工程を経ることにより回路構成となる素子を作り込んだものであり、以下の工程においてアルミニウム膜を形成すると共にそのリフロー処理を行う。

【0012】[a] シリコン基板の加工プロセス

(1) 前工程

図3には、シリコン基板1に拡散工程を経て拡散領域2が所定深さ寸法まで形成された状態のものが示されている。他にも図示しない種々の拡散領域が形成されており、これらの拡散領域に対して、電気的な接続を行うために多層配線を行う。まず、このシリコン基板1の表面に絶縁膜としての酸化膜3を形成し、拡散領域2に対応

する部分にはコンタクトをとるためのコンタクトホール3aをフォトリソグラフィ処理により形成する。

【0013】(2) バリアメタル成膜

次に、後述するスパッタ装置によりバリアメタル4を成膜する(図4参照)。これは、直接シリコン基板1の表面にアルミニウムなどの電極材料を成膜すると相互間で浸食作用が発生してダメージを与えるのを防止するためのものである。なお、バリアメタル4としては、例えばTi、TiNなどを単層あるいは積層して形成するようになっている。

【0014】(3) アルミニウム合金膜形成

同じく後述するスパッタ装置により、高真空中での連続搬送でアルミニウム合金チャンバーに移送され、低温(200℃程度以下)のスパッタリングにより第1層のアルミニウム合金膜5を形成する。この場合、アルミニウム合金は、Al-Si、Al-Si-Cu、Al-Cu等の合金の膜である。

【0015】(4) リフロー処理工程

高真空中でリフローチャンバーに移送され、リフロー処理を行う(熱処理温度400～500℃、数分間)。このとき、リフローチャンバー内には、5N(ファイブナイン)以上の高純度の水素ガスを微量添加しながら行われる。これは、後述するように、アルミニウム合金膜5の表面に自然に発生した自然酸化膜を、水素雰囲気中でリフロー処理を行うことにより還元作用をおこして除去しようというものである。

【0016】(5) 反射防止膜の形成

スパッタ処理で反射防止膜(ARC;材質はTiN系の低反射率材料)6をシリコン基板1の表面に形成する。この反射防止膜6は、良く知られるように、アルミニウム合金膜5のパターニング時のフォトリソグラフィでの露光の光の反射を防止するためのものである。

【0017】(6) 層間絶縁膜形成

次に、パターニングされたアルミニウム合金膜5の上に層間絶縁膜7を成膜する。これは、例えばCVD法などにより形成するもので、材質としてはSiO₂膜やTEOS膜等がある。

【0018】(7) 層間コンタクトホール形成

この後、前述と同様にしてフォトリソグラフィ処理により所定の位置にコンタクトホール8を形成し、下地の第1層のアルミニウム合金膜5と電氣的に接続する部分を開口する。

【0019】(8) アルミニウム合金成膜、リフロー処理

次に、前述同様にして、スパッタ法によりバリアメタル9を成膜し、続いてスパッタ法により第2層のアルミニウム合金膜10を成膜する。これにより、層間絶縁膜7に形成されたコンタクトホール8部分で下地の第1層アルミニウム合金膜5と電氣的に接触することになる。また、この部分は、層間絶縁膜7により大きく段差ができ

るので、前述同様リフロー処理を行って平坦化する。以上のような一連のプロセスを経てシリコン基板1上にアルミニウム合金膜による多層配線構造が形成されるのである。また、これに加えて、必要に応じて第3のアルミニウム合金膜を形成することができる。

【0020】[b] 製造装置の説明

さて、上述の各プロセスを実行するにあたって使用される装置について説明する。図2は一連の処理を真空中で連続して行うための処理装置11を示すもので、複数のチャンバーを備えたクラスタツールと呼ばれる装置である。この処理装置11は、中央部に設けられた搬送チャンバー11aの図示しないロボットアームによりシリコン基板1を搬送するようになっており、この搬送チャンバー11aには各種のチャンバー12～17が連結されている。内部の各チャンバー12～17は高真空状態とすることができるよう排気設備が付設されているもので、それぞれ、ウエハロードロックチャンバー12、RFエッチングチャンバー13、バリアメタルのデポチャンバー14、アルミニウムのデポチャンバー15、リフローチャンバー16および反射防止膜のデポチャンバー17である。

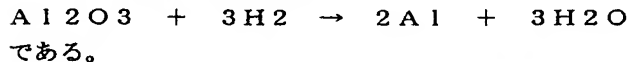
【0021】ウエハロードロック12は、シリコン基板1を処理装置11内に搬入するためのチャンバーで、ここからシリコン基板1が搬入されると、内部を高真空となるように吸引し、この後、真空状態のまま各種の処理を行うようになっている。RFエッチング用チャンバー13は高周波エネルギーを用いてドライエッチングを行うためのものであり、デポチャンバー14、15はバリアメタルであるTi/TiNあるいはアルミニウム合金膜を成膜するためのものであり、リフローチャンバー16は成膜したアルミニウム合金膜をリフロー処理するものであり、さらに、デポチャンバー17は、Ti/TiNなどの反射防止膜を成膜するためのものである。

【0022】さて、本発明に係るリフローチャンバー16は、図1に概略的に示すように、ウエハステージ18にはヒータ19が埋設されており、シリコン基板1を載置すると、裏面側には隙間ができるようになっている。また、このウエハステージ18には、アルゴンガスを供給するボンベ20がコック20a、20bを介して連結されており、所定流量のアルゴンガスArをリフローチャンバー16内に導入するようになっている。この場合、アルゴンガスArは、ヒータ19により加熱された状態でシリコン基板1に吹き付けられるようになっており、これによってシリコン基板1が加熱される構成とされている。

【0023】また、リフローチャンバー16には水素ガスを供給するボンベ21がコック21a、21bを介して連結されており、リフローチャンバー16内に、微量の水素ガスH₂が導入されるようになっている。この場合、内部に導入する水素ガスH₂は、5N(ファイブナ

イン) 程度の高純度のものを使用しており、その導入量は、アルゴンガスArの1%以下程度であり、これによって、シリコン基板1の表面で還元反応を起こさせるようになっている。

【0024】これは、真空中に放置されたシリコン基板1のアルミニウム合金膜5の表面に生成した薄い自然酸化膜を除去するためのもので、リフロー処理中に同時に水素ガスにより還元反応を起こすようにしてアルミニウムの酸化膜を分解するようにしているものであり、この場合の還元反応の反応式は、



【0025】この結果、従来のように自然酸化膜を残した状態でリフロー処理を行うことがなくなるので、再現性良く安定したリフロー処理を行うことができ、多層配線を行う構成の場合でも歩留の向上を図ることができるようになる。

【0026】このような本実施例によれば、アルミニウム合金膜5の成膜の後のリフロー工程において、リフロー処理をリフローチャンバー16にて微量の水素ガスを添加しながら行うようにしたので、アルミニウム合金膜上に発生した自然酸化膜を還元反応によって除去しながらリフロー処理を行うことができるようになり、再現性良く安定したリフロー工程を実施できるようになる。

【0027】図9は本発明の第2の実施例を示すもので、第1の実施例と異なるところは、水素ガスボンベ21からリフローチャンバー16に至る配管経路の途中(コック21aと21bとの間)に放電室22を設け、ここを通過する水素ガスH₂に高周波(RF)あるいはマイクロ波等を照射して励起エネルギーを与えることにより生成した水素ラジカルをリフローチャンバー16内に導入することにより還元反応の反応性を高めるようにしたものである。そして、このような第2の実施例によっても第1の実施例と同様の作用効果を得ることができ

る。

【0028】本発明は、上記実施例にのみ限定されるものではなく、次のように変形また拡張できる。マルチチャンバー式の処理装置以外でも実施できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示すリフローチャンバーの概略構成図

【図2】処理装置の全体の概略構成図

【図3】半導体装置の製造過程を示す模式的な縦断側面図(その1)

【図4】半導体装置の製造過程を示す模式的な縦断側面図(その2)

【図5】半導体装置の製造過程を示す模式的な縦断側面図(その3)

【図6】半導体装置の製造過程を示す模式的な縦断側面図(その4)

【図7】半導体装置の製造過程を示す模式的な縦断側面図(その5)

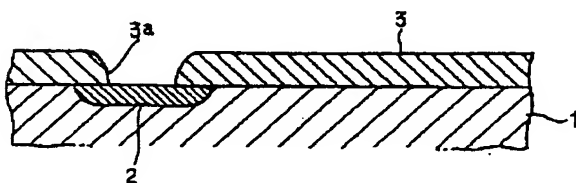
【図8】半導体装置の製造過程を示す模式的な縦断側面図(その6)

【図9】本発明の第2の実施例を示す図1相当図

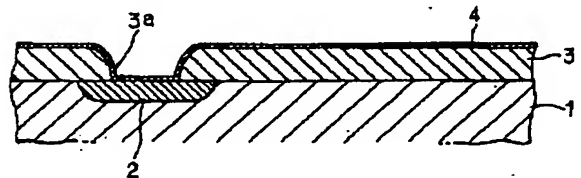
【符号の説明】

1はシリコン基板、2は拡散領域、3は酸化膜、3aはコンタクトホール、4はバリアメタル、5は第1層のアルミニウム合金膜、6は反射防止膜、7は層間絶縁膜、8はコンタクトホール、9はバリアメタル、10は第2層のアルミニウム合金膜、11は処理装置、11aは搬送チャンバー、12はウエハロードロックチャンバー、13はRFエッチングチャンバー、14はバリアメタルのデポチャンバー、15はアルミニウムのデポチャンバー、16はリフローチャンバー、17は反射防止膜のデポチャンバー、18はウエハステージ、19はヒータ、20はアルゴンガスボンベ、21は水素ガスボンベ、22は放電室である。

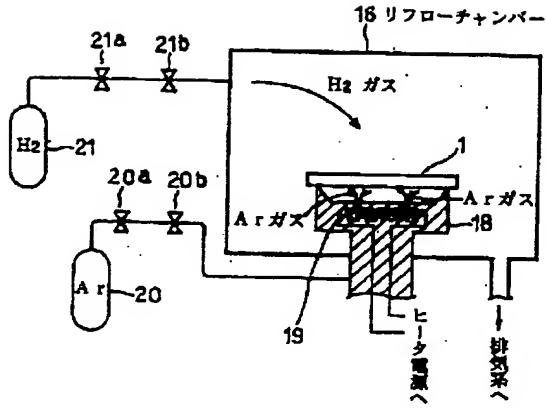
【図3】



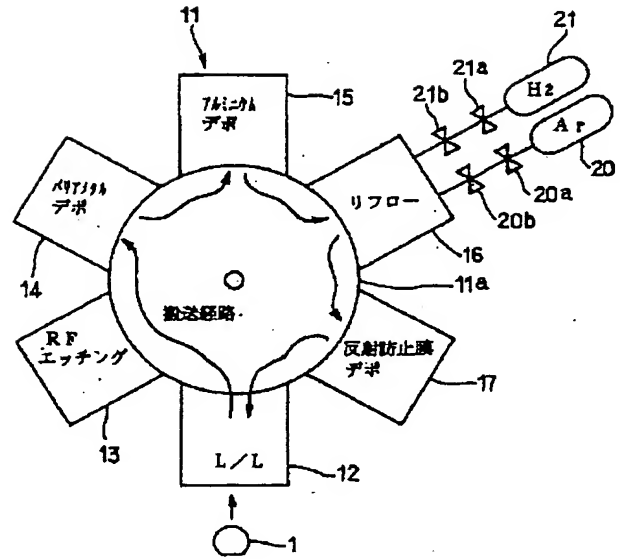
【図4】



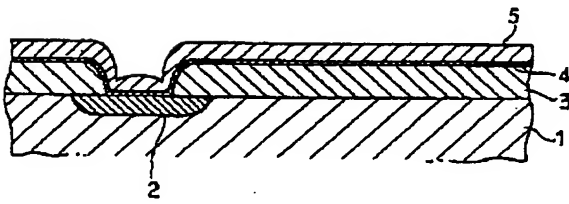
【図1】



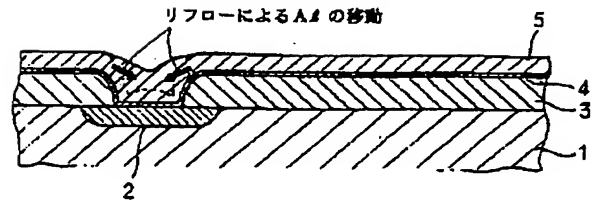
【図2】



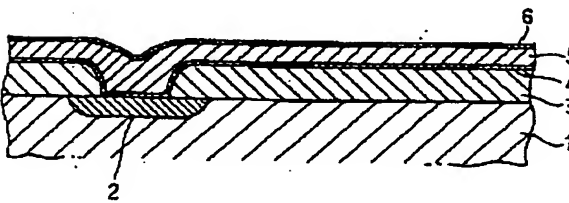
【図5】



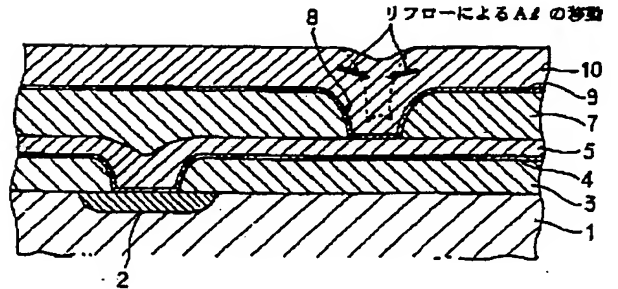
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

